

# Aktinidia chińska jako źródło prozdrowotnych antyoksydantów

## *Actinidia chinensis* as a source of health-promoting antioxidants

JOANNA ZIELONKA-BRZEZICKA<sup>1/</sup>, ANNA NOWAK<sup>1/</sup>, ADAM KLIMOWICZ<sup>1/</sup>, DARIA WIRA<sup>2/</sup>, KAROLINA GRZESIAK<sup>2/</sup>, EWELINA RĘDZIKOWSKA<sup>2/</sup>, DARIA WYSOCKA<sup>2/</sup>, LAURA SYNOWIEC<sup>2/</sup>, BARBARA PTAK<sup>2/</sup>, JOANNA BILSKA<sup>2/</sup>

<sup>1/</sup> Katedra i Zakład Chemii Kosmetycznej i Farmaceutycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

<sup>2/</sup> Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Kosmetycznej i Farmaceutycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

**Wprowadzenie.** Jednym z warunków utrzymania dobrego zdrowia jest właściwe odżywianie. Już niewielkie modyfikacje w diecie, obejmujące np. wprowadzenie większej ilości warzyw i owoców, mogą zmniejszać ryzyko występowania przewlekłych chorób niezakaźnych. Owoce i warzywa są cennym źródłem substancji czynnych wykazujących wielokierunkową aktywność biologiczną, w tym także potencjał antyoksydacyjny. Jednym ze znanych i łatwo dostępnych owoców, charakteryzujących się zawartością witamin, karotenoidów i polifenoli – przeciwutleniaczy będących wartościowymi składnikami diety – jest kiwi.

**Cel.** Porównanie aktywności przeciwutleniającej alkoholowych ekstraktów z poszczególnych części aktinidii chińskiej przy zastosowaniu trzech metod oznaczania badanych właściwości.

**Materiały i metody.** Materiał badawczy stanowiły owoce aktinidii chińskiej, w tym wyodrębnione z nich miąższ, skórka i pestki, które poddano ekstrakcji wspomaganą ultradźwiękami w 70% i 96% (v/v) etanolu oraz stężonym metanolu. Zdolność przeciwutleniającą sporządzonych ekstraktów oceniono metodami DPPH, FRAP i Folin-Ciocalteu'a.

**Wyniki.** Wszystkie ekstrakty wykazywały aktywność antyoksydacyjną, jednak w przypadku każdej z użytych metod, najwyższymi właściwościami charakteryzował się ekstrakt ze skórki aktinidii sporządzony w 70% (v/v) etanolu. Niższe wartości uzyskano dla wyciągów z miąższu i nasion kiwi, przy czym różniły się one w zależności od zastosowanej metody oceny potencjału przeciwutleniającego.

**Wnioski.** Owoce aktinidii chińskiej wraz ze skórką mogą stanowić cenne źródło substancji odżywczych o działaniu przeciwrodnikowym, przydatnych w eliminowaniu negatywnych skutków stresu oksydacyjnego.

**Słowa kluczowe:** kiwi, DPPH, FRAP, metoda Folin-Ciocalteu'a, antyoksydanty

**Introduction.** Proper nutrition is one of the preconditions for maintaining good health. Even small dietary modifications, including, for example, the introduction of more vegetables and fruits, may reduce the risk of some chronic non-infectious diseases. Fruits and vegetables are a valuable source of active compounds with broad ranging biological activity, including antioxidant potential. One of the better known and easily available fruits, containing vitamins, carotenoids and polyphenols – all valuable antioxidant dietary components – is kiwi fruit.

**Aim.** The aim of the study was to compare the antioxidant activity of alcoholic extracts from various parts of *Actinidia chinensis*, using three methods to evaluate their properties.

**Materials & methods.** The research material consisted of *Actinidia chinensis* fruits including their isolated pulp, peel and seeds, obtained using ultrasound-assisted extraction in 70% and 96% (v/v) ethanol and in concentrated methanol. DPPH, FRAP and Folin-Ciocalteu methods were applied to evaluate the antioxidant properties of the prepared extracts.

**Results.** All extracts showed antioxidant activity, but in each of the methods used, the highest properties were found in the kiwi fruit's peel extract prepared in 70% (v/v) ethanol. Lower values were obtained for the extracts from kiwi pulp and seeds, but their antioxidant potential differed depending on the assessment method used.

**Conclusion.** *Actinidia chinensis* fruits along with their peel may constitute a valuable source of nutrients with antiradical potential, helping to eliminate the negative effects of oxidative stress.

**Key words:** kiwi fruit, DPPH, FRAP, Folin-Ciocalteu method, antioxidants

© Probl Hig Epidemiol 2018, 99(3): 238-244

www.phie.pl

Nadesłano: 13.03.2018

Zakwalifikowano do druku: 20.07.2018

Adres do korespondencji / Address for correspondence

mgr Joanna Zielonka-Brzezicka  
Katedra i Zakład Chemii Kosmetycznej i Farmaceutycznej  
Pomorski Uniwersytet Medyczny  
ul. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin  
tel. 91 466 16 30, e-mail: joanna.zielonka-brzezicka@pum.edu.pl

## Wprowadzenie

Choroby sercowo-naczyniowe oraz incydenty naczyniowo-mózgowe przyczyniają się do największej liczby zgonów na świecie. Według WHO przez ostatnie 15 lat pozostają głównymi przyczynami zgonów

w skali globalnej. Ponadto do przyczyn tych zalicza się także cukrzycę i choroby nowotworowe [1, 2]. Ryzyko występowania powyższych chorób wiąże się ze stylem życia, a co za tym idzie, może być redukowane poprzez zmianę złych nawyków. Od lat wskazuje się

na korelację prawidłowego odżywiania z zachowaniem zdrowia. Regularne przyjmowanie posiłków o wysokiej zawartości tłuszczów i węglowodanów w dłuższej perspektywie może wpływać na powstawanie tzw. stresu oksydacyjnego i stanów zapalnych związanych ze zwiększonym ryzykiem miażdżycy, cukrzycy, otyłości i chorób sercowo-naczyniowych. Jednak, jak wskazują badania, już niewielkie modyfikacje, obejmujące wprowadzenie do diety większej ilości warzyw, owoców i kasz, zredukowanie spożycia tłuszczów nasyconych czy wdrożenie odpowiedniej aktywności fizycznej, może znacząco wpływać na zmniejszenie częstości występowania chorób cywilizacyjnych [1, 3, 4].

W ostatnich latach duże zainteresowanie zyskuje żywność funkcjonalna i tzw. nutraceutyki, które mają łączyć dostarczanie podstawowych wartości odżywczych z prozdrowotnym działaniem ich składowych. Uważa się, że mogą one poprawiać stan zdrowia i samopoczucie, działając profilaktycznie i minimalizując postęp niektórych procesów chorobowych. Do grupy tych składników należą np.: wybrane białka, peptydy, bakterie kwasu mlekowego, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, aminokwasy, roślinne sterole, błonnik pokarmowy, witaminy, lecytyna, cholina, ale również antyoksydanty, takie jak flawonoidy i inne związki fenolowe, karotenoidy i stilbeny [3, 5, 6]. Cennymi naturalnymi źródłami tego typu składników odżywczych, ujmowanymi od lat w zaleceniach żywieniowych, są owoce i warzywa. Piramidy żywienia, mówiące o zalecanych proporcjach podaży danych produktów spożywczych, wciąż poddawane są modyfikacjom, jednak nadal w ich głównej części znajdują się produkty pochodzenia roślinnego. Aktualne zalecenia żywieniowe ukazane w Piramidzie Zdrowego Żywnienia i Aktywności Fizycznej, zaproponowanej w 2016 r. przez Instytut Żywności i Żywnienia, wskazują na znaczącą rolę warzyw i owoców w diecie, umiejscawiając je w podstawie, zaraz po aktywności fizycznej [7-9].

Produkty te są źródłem związków farmakologicznie czynnych, wykazujących wielokierunkową aktywność biologiczną. Są nimi np. przeciwutleniacze, które stanowią przedmiot wielu badań, ze względu na swoje prozdrowotne właściwości, w tym działanie przeciwzapalne, antybiotyczne czy przeciwnowotworowe [10-12]. Uważa się, że antyoksydanty wspomagają prawidłowe funkcjonowanie naczyń krwionośnych, zmniejszają ryzyko rozwoju zespołu metabolicznego, chorób serca i układu krążenia, a także wpływają korzystnie na układ nerwowy i systemy odpornościowe organizmu [6, 13-15]. Do grupy przeciwutleniaczy zalicza się związki o działaniu przeciwnadrodnym, jak np. polifenole, z dużą grupą flawonoidów – flawonów, izoflawonów, flawanonów, flawanoli i antocyjanów, a dodatkowo karotenoidy, kwasy fenolowe, stilbeny i lignany, betalainy, a także wit. C, E. Ich

korzystne działanie redukujące stres oksydacyjny, opiera się na różnych mechanizmach, w wyniku których unieczynniane lub destabilizowane są wolne rodniki [14, 16-18].

W ostatnich latach, mimo wzrostu cen, zwiększyła się konsumpcja grupy owoców, do której należą melony, arbuzy, pigwy, granaty, opuncje, papaje, sharon, jadalne kasztany, figi, a także ananasy i kiwi [19]. Dlatego też podjęto próbę oznaczenia właściwości przeciwutleniających owoców kiwi, jako znanych i łatwo dostępnych owoców zagranicznych, w celu oceny ich ewentualnej przydatności w charakterze źródła przeciwutleniaczy w diecie.

Aktinidia chińska (*Actinidia chinensis*), zwana potocznie kiwi lub agrestem chińskim, należy do rodziny aktinidiowate (*Actinidiaceae*). Roślina ta jest pnączem, osiągającym długość do 10 m, posiadającym zdrewniałe pędy oraz liście w kształcie serca. Owoc stanowią owalne jagody o wielkości zbliżonej do kurzego jajka. Charakteryzują się one jasnobrązową, pokrytą włoskami skórką, pod którą znajduje się zielony, soczysty słodko-kwaśny miąższ. Miąższ owocu jest bogaty w cukry (głównie fruktozę i glukozę), wit. C, K, z grupy B, karotenoidy oraz polifenole, przez co jest bogatym źródłem przeciwutleniaczy [20, 21].

## Cel

Ocena i porównanie aktywności przeciwutleniającej alkoholowych ekstraktów z poszczególnych części aktinidii chińskiej przy zastosowaniu trzech metod oznaczania badanych właściwości.

## Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiły owoce aktinidii chińskiej zakupione w jednym z hipermarketów w Szczecinie. Z surowców wyodrębniono miąższ, skórki i nasiona, które następnie po dodaniu rozpuszczalników, ekstrahowano z wykorzystaniem ultradźwięków w czasie 15, 30 i 60 min. Do sporządzenia ekstraktów użyto 70% i 96% (v/v) etanol oraz metanol (99,8% v/v) w celu uzyskania 5% wyciągów. Tak przygotowane próby przechowywano do czasu analizy w temperaturze pokojowej bez dostępu światła.

Do oceny badanych właściwości użyto odczynników o czystości cz.d.a., w tym: 2,2-difenylo-1-pirylohydrazylu – DPPH, kwasu 6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylochromanu-2-karboksyłowego – troloksu, 2,4,6-tripirydylo-S-triazyny – TPTZ z Sigma Aldrich, USA, siarczanu(VI) żelaza(II) heptahydrat, chlorku żelaza(III) heksahydrat, kwasu galusowego, odczynnika Folina-Ciocalteu'a, pochodzących z firmy Merck, Niemcy oraz bezwodnego węgla sodu, kwasu solnego, bezwodnego octanu sodu i kwasu octowego dostarczonych przez firmę Chempur (Piekary Śląskie).

Do oceny zdolności przeciwutleniających ekstraktów z aktinidii chińskiej posłużyły metody: DPPH, FRAP i Folin-Ciocalteu'a stosowane już wcześniej w jednostce [11, 12, 22]. Pierwsza z nich jest często wykorzystywana w tego rodzaju badaniach. Opiera się na reakcji redukcji syntetycznego rodnika DPPH. Jego zawartość jest odwrotnie proporcjonalna do stężenia antyoksydanta w badanej próbce. Obliczono zdolność do eliminacji wolnych rodników – RSA (*radical scavenging activity*) korzystając ze wzoru:

$$RSA [\%] = \left(1 - \frac{A_p}{A_0}\right) \cdot 100\%$$

przy czym  $A_p$  oznacza absorbancję próby badanej,  $A_0$  – absorbancję próby kontrolnej. Uzyskane wartości posłużyły do wyznaczenia równoważników stężeń antyoksydanta wzorcowego – troloksu (wyrażonych w mg troloksu/g surowca).

Do oceny zdolności redukcji jonów żelaza  $Fe^{3+}$  z kompleksu żelazo-2,4,6-tripirydylo-S-triazyny (TPTZ) zastosowano metodę FRAP. Otrzymany parametr przedstawiono w postaci stężenia  $FeSO_4$  [mg  $FeSO_4$ /g surowca].

Trzecia z użytych metod, metoda Folin-Ciocalteu'a (F-C), pozwala na ocenę całkowitej zawartości polifenoli. Oparta jest ona na odwracalnej reakcji redukcji molibdenu(VI) do molibdenu(V), składnika odczynnika F-C. Wyniki pomiarów posłużyły do obliczenia zawartości polifenoli, którą wyrażono w mg kwasu galusowego (GA)/g surowca.

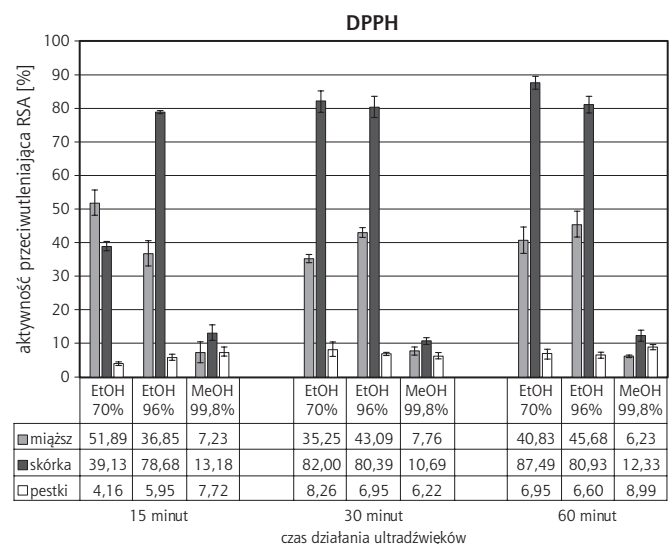
Wszystkie ekstrakty badano każdą z metod w trzech niezależnych próbach. Wyniki wyrażono jako średnie arytmetyczne  $\pm$  odchylenie standardowe ( $M \pm SD$ ). Do statystycznego opracowania wyników posłużył program Statistica 12. (Statsoft), w którym przeprowadzono jednoczynnikowy test ANOVA, natomiast różnice międzygrupowe oceniano za pomocą testu Tuckeya. Wyznaczono również korelację pomiędzy wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu metody FRAP i F-C.

## Wyniki

Aktywność antyoksydacyjna, wyrażona jako RSA, mieściła się w granicach od  $4,16 \pm 0,69$  do  $87,49 \pm 1,80\%$  oraz w zakresie od  $0,12 \pm 0,03$  do  $4,08 \pm 0,09$  mg troloksu/g surowca. Najwyższy potencjał uzyskano w przypadku ekstraktu sporządzonego w 70% (v/v) etanolu ze skórki aktinidii ekstrahowanej przez 60 min ( $87,49 \pm 1,80\%$ ). Również inne próby z tej części surowca, poddane działaniu ultradźwięków przez 30 min, wykazały wysokie aktywności –  $82,00 \pm 3,18\%$  dla ekstraktu w 70% (v/v) etanolu oraz  $80,39 \pm 3,01\%$  dla ekstraktu w 96% (v/v) etanolu. Podobną zdolnością przeciwutleniającą

( $80,93 \pm 2,60\%$ ) charakteryzował się wyciąg ze skórki w stężonym etanolu, ekstrahowany przez 60 min. Najniższe wyniki otrzymane przy użyciu omawianej metody wykazywały wyciągi z nasion:  $4,16 \pm 0,69\%$  w przypadku próby uzyskanej przez ekstrakcję w 70% (v/v) oraz  $5,95 \pm 0,67\%$  w 96% (v/v) etanolu, czas ekstrakcji w obu przypadkach wynosił 15 min. Warto wspomnieć, że wyciągi metanolowe z mięszu i skórki charakteryzowały się znacznie niższymi wartościami RSA niż ich etanolowe odpowiedniki. Nie stwierdzono analogicznej zależności w przypadku wyciągów z nasion.

W tabeli II zamieszczono wyniki pomiarów zdolności redukcji jonów  $Fe^{3+}$ , oznaczonych metodą FRAP. Zarówno najwyższe, jak i najniższe wyniki wykazały próby ekstrahowane w 70% (v/v) etanolu. Podobnie, jak w przypadku wcześniej opisanego ekstraktu ze skórki aktinidii chińskiej charakteryzowały się najwyższym potencjałem antyoksydacyjnym ( $4,69 \pm 0,97$  i  $4,07 \pm 0,47$  mg  $FeSO_4$ /g surowca) odpowiednio dla czasu ekstrakcji 60 i 30 min. Wyciąg metanolowy z tego samego materiału roślinnego wykazał również wysokie właściwości redukcyjne ( $4,19 \pm 0,72$  mg  $FeSO_4$ /g surowca). Najniższe wartości stwierdzono natomiast dla ekstraktów z mięszu ( $1,25 \pm 0,34$  i  $1,30 \pm 0,02$  mg  $FeSO_4$ /g surowca) odpowiednio dla czasu ekstrakcji 15 i 60 min. Należy dodać, że w przypadku wszystkich ekstraktów uzyskanych z tej części rośliny otrzymane wartości nie przekraczały  $1,92 \pm 0,62$  mg  $FeSO_4$ /g surowca, co sugeruje niskie działanie redukcyjne mięszu aktinidii. Różnice między badaniami prowadzonymi przy użyciu od-



Ryc. 1. Wartości RSA [%] uzyskane przy użyciu metody DPPH, odpowiadające aktywności antyoksydacyjnej poszczególnych ekstraktów z aktinidii chińskiej ( $M \pm SD$ );  $n=3$

Fig. 1. RSA values [%] obtained using the DPPH method, corresponding to the antioxidant activity of particular *Actinidia chinensis* extracts ( $M \pm SD$ );  $n=3$

miennych metod, opartych na innych mechanizmach reakcji, mogą wskazywać na zawartość składowych o działaniu przeciwutleniającym należących do różnych grup związków.

Wyniki badań całkowitej zawartości polifenoli, przeprowadzonych metodą F-C, przedstawiono w tabeli III. Stężenia kwasu galusowego (GA), jakim odpowiadały badane próby mieściły się w zakresie od  $0,05 \pm 0,01$  dla jednego z ekstraktów z nasion aktinidii do  $3,31 \pm 0,26$  mg GA/g surowca dla ekstraktu z jej skórki. Najwyższe wartości ze wszystkich części

rośliny wykazały próby ekstrahowane w 70% (v/v) etanolu, szczególnie ze skórki aktinidii (od  $1,92 \pm 0,07$  do  $3,31 \pm 0,26$  mg GA/g surowca), natomiast najniższe ekstrakty, w których rozpuszczalnik stanowił stężony etanol. Najniższe wartości, w przypadku metody F-C, uzyskano z ekstraktów z nasion. Całkowita zawartość polifenoli mieściła się w zakresie od  $0,05 \pm 0,01$  do  $0,13 \pm 0,04$  mg GA/g surowca. Zaobserwowano istotną statystycznie korelację pomiędzy wynikami otrzymanymi przy użyciu metod FRAP i F-C ( $r=0,80419$ ,  $p<0,0001$ , ryc. 2).

Tabela I. Właściwości przeciwutleniające ekstraktów z poszczególnych części aktinidii chińskiej, oznaczone metodą DPPH ( $M \pm SD$ );  $n=3$   
Table I. Antioxidant properties of extracts from particular parts of *Actinidia chinensis*, evaluated using the DPPH method ( $M \pm SD$ );  $n=3$

Surowiec /Raw material	Czas ekstrakcji /Extraction time [min]	równoważnik troloksu [mg troloksu/g surowca] /trolox equivalent [mg of trolox/g of raw material]		
		EtOH 70% (v/v)	EtOH 96% (v/v)	MeOH 99,8% (v/v)
miąższ /pulp	15	$2,39 \pm 0,18^b$	$1,67 \pm 0,18^c$	$0,27 \pm 0,08^{cd}$
	30	$1,60 \pm 0,06^b$	$1,97 \pm 0,06^{bc}$	$0,29 \pm 0,06^{cd}$
	60	$1,86 \pm 0,19^b$	$2,09 \pm 0,17^b$	$0,22 \pm 0,02^e$
skórka /peel	15	$1,78 \pm 0,06^b$	$3,66 \pm 0,02^a$	$0,55 \pm 0,11^a$
	30	$3,82 \pm 0,15^a$	$3,74 \pm 0,14^a$	$0,43 \pm 0,06^{ab}$
	60	$4,08 \pm 0,09^a$	$3,77 \pm 0,12^a$	$0,51 \pm 0,09^{ab}$
nasiona /seeds	15	$0,12 \pm 0,03^c$	$0,21 \pm 0,03^d$	$0,29 \pm 0,05^{cd}$
	30	$0,32 \pm 0,10^c$	$0,25 \pm 0,01^d$	$0,22 \pm 0,04^e$
	60	$0,25 \pm 0,06^c$	$0,24 \pm 0,05^d$	$0,35 \pm 0,04^{abc}$

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie w obrębie użytego rozpuszczalnika /Mean values marked by different letters significantly differ statistically depending on the solvent used

Tabela II. Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów z poszczególnych części aktinidii chińskiej, oznaczone metodą FRAP ( $M \pm SD$ );  $n=3$   
Table II. Antioxidant properties of extracts from particular parts of *Actinidia chinensis*, evaluated using the FRAP method ( $M \pm SD$ );  $n=3$

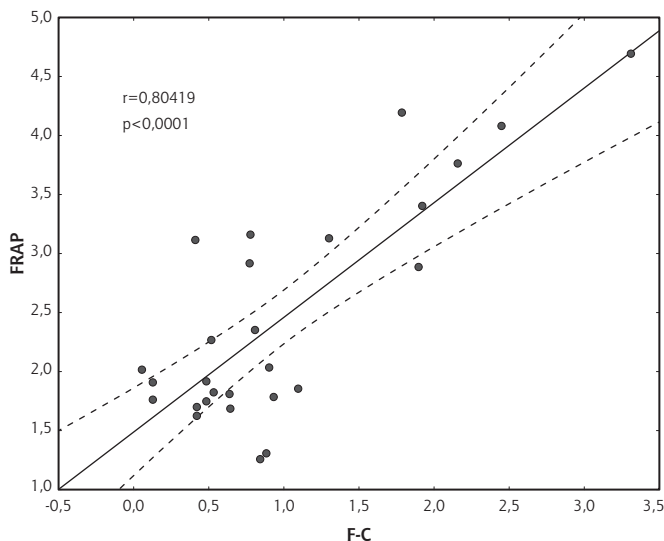
Surowiec /Raw material	Czas ekstrakcji /Extraction time [min]	równoważnik $FeSO_4$ [mg $FeSO_4$ /g surowca] / $FeSO_4$ equivalent [mg of $FeSO_4$ /g of raw material]		
		EtOH 70% (v/v)	EtOH 96% (v/v)	MeOH 99,8% (v/v)
miąższ /pulp	15	$1,25 \pm 0,34^e$	$1,62 \pm 0,53^b$	$1,69 \pm 0,49^{cd}$
	30	$1,69 \pm 0,56^{de}$	$1,92 \pm 0,62^{ab}$	$1,80 \pm 0,92^c$
	60	$1,30 \pm 0,02^e$	$1,74 \pm 0,63^b$	$1,81 \pm 0,70^c$
skórka /peel	15	$3,40 \pm 0,47^{ab}$	$3,13 \pm 0,49^a$	$2,89 \pm 0,53^{bc}$
	30	$4,07 \pm 0,47^a$	$1,85 \pm 0,16^b$	$4,19 \pm 0,72^a$
	60	$4,69 \pm 0,97^a$	$1,78 \pm 0,05^b$	$3,76 \pm 0,38^{ab}$
nasiona /seeds	15	$2,26 \pm 0,29^{bc}$	$1,76 \pm 0,16^b$	$3,11 \pm 0,10^{ab}$
	30	$2,03 \pm 0,06^{cd}$	$1,91 \pm 0,03^b$	$2,91 \pm 0,13^{bc}$
	60	$2,35 \pm 0,07^{cd}$	$2,01 \pm 0,06^{ab}$	$3,16 \pm 0,20^{ab}$

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie w obrębie użytego rozpuszczalnika /Mean values marked by different letters significantly differ statistically depending on the solvent used

Tabela III. Całkowita zawartość polifenoli w poszczególnych częściach aktinidii chińskiej, oznaczona metodą Folin-Ciocalteu'a ( $M \pm SD$ );  $n=3$   
Table III. Antioxidant properties of extracts from particular parts of *Actinidia chinensis*, evaluated using the Folin-Ciocalteu method ( $M \pm SD$ );  $n=3$

Surowiec /Raw material	Czas ekstrakcji /Extraction time [min]	równoważnik kwasu galusowego [mg GA/g surowca] /gallic acid equivalent [mg of GA/g of raw material]		
		EtOH 70% (v/v)	EtOH 96% (v/v)	MeOH 99,8% (v/v)
miąższ /pulp	15	$0,84 \pm 0,11^c$	$0,43 \pm 0,05^c$	$0,64 \pm 0,13^b$
	30	$0,43 \pm 0,08^c$	$0,48 \pm 0,12^{bc}$	$0,64 \pm 0,09^b$
	60	$0,88 \pm 0,11^c$	$0,48 \pm 0,09^{bc}$	$0,53 \pm 0,12^b$
skórka /peel	15	$1,92 \pm 0,07^b$	$1,30 \pm 0,16^a$	$1,90 \pm 0,17^a$
	30	$2,45 \pm 0,10^b$	$1,09 \pm 0,09^a$	$1,79 \pm 0,02^a$
	60	$3,31 \pm 0,26^a$	$0,93 \pm 0,18^{ab}$	$2,16 \pm 0,51^a$
nasiona /seeds	15	$0,52 \pm 0,09^c$	$0,13 \pm 0,04^d$	$0,41 \pm 0,06^b$
	30	$0,90 \pm 0,14^c$	$0,13 \pm 0,04^d$	$0,77 \pm 0,16^b$
	60	$0,81 \pm 0,14^c$	$0,05 \pm 0,01^d$	$0,78 \pm 0,06^b$

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie w obrębie użytego rozpuszczalnika /Mean values marked by different letters significantly differ statistically depending on the solvent used



Ryc. 2. Korelacja pomiędzy wartościami aktywności antyoksydacyjnej oznaczonymi metodą FRAP i Folin-Ciocalteu'a (F-C)

Fig. 2. Correlation between antioxidant activity evaluated using the FRAP and Folin-Ciocalteu (F-C) method

## Dyskusja

W badaniach własnych porównano aktywność antyoksydacyjną różnych części aktinidii chińskiej (miąższu, skórki i pestek) ekstrahowanych w formie świeżej, przy użyciu łaźni ultradźwiękowej. Jako rozpuszczalnik zastosowano alkohol etylowy w stężeniu 70% i 96% (v/v) oraz metylowy (99,8% v/v).

W przypadku oznaczeń metodą DPPH wszystkie części owocu charakteryzowały się aktywnością przeciwutleniającą. Największą zdolność do neutralizacji wolnych rodników wykazał ekstrakt ze skórki ekstrahowany w 70% (v/v) etanolu przez 60 min, osiągając wartość RSA 87,49%. O wysokich właściwościach przeciwutleniających aktinidii chińskiej donoszą również Bursal i Gülçin [23], którzy badając jej liofilizowany wodny ekstrakt stwierdzili, że będąc łatwo dostępnym źródłem antyoksydantów, może być używana w przetwórstwie spożywczym i farmaceutycznym jako składnik żywności, suplementów lub produkt zapobiegający ich utlenianiu. W badaniach własnych zaobserwowano istotną różnicę pomiędzy potencjałem wyciągów z poszczególnych części owocu kiwi, bowiem aktywność antyoksydacyjna mierzona metodą DPPH była rozbieżna. Jak wspomniano, najwyższe działanie przeciwutleniające wykazywała skórka. Podobne różnice w aktywności antyoksydacyjnej pomiędzy poszczególnymi częściami owocu (skórka i miąższ) zaobserwowali również Soquetta i wsp. [24]. Zdolność przeciwutleniająca mierzona metodą DPPH była zróżnicowana i mieściła się w granicach od 10 do 72%, przy czym bardzo wysoką aktywnością charakteryzowała się skórka zarówno owoców dojrzałych, jak i przed dojrzaniem, natomiast istotnie niższą pestki.

Pestki owocu aktinidii są jego jadalną częścią, stanowiącą 33-46 g/kg surowca [25]. W przemyśle spożywczym, po wyodrębnieniu z owoców, mogą być wykorzystywane głównie do produkcji oleju, a także z powodzeniem dodawane do żywności czy kosmetyków. Uzasadnione jest więc badanie ich pod kątem aktywności antyoksydacyjnej tym bardziej, iż zawierać mogą cenne składniki należące do polifenoli, o działaniu przeciwoxidacyjnym, takie jak kwas protokatechinowy, kwas kawowy, kwas p-kumarynowy, kwas ferulowy [26]. W badaniach własnych analizowano aktywność antyoksydacyjną pestek aktinidii metodą DPPH, ale nie była ona wysoka i wynosiła zaledwie od 4,16 do 6,95%, co w porównaniu z innymi częściami tego owocu stanowiło istotnie najniższą wartość. Potwierdzają to doświadczenia Dudy-Chodak i Tarko [27], w których wykazano kilkukrotnie wyższe działanie przeciwutleniające skórek kiwi w porównaniu z pestkami tego owocu. Co ciekawe, autorzy ci w znacznej części owoców sprowadzanych do naszego kraju, takich jak: arbuz, cytryna, grejpfrut oraz pomarańcza, zaobserwowali znacznie silniejszą zdolność neutralizowania wolnych rodników przez ekstrakty otrzymane ze skórki niż z nasion.

Najwyższą istotnie zdolnością do redukcji jonów żelaza, oznaczoną metodą FRAP, charakteryzowały się wyciągi ze skórki aktinidii chińskiej w 70% (v/v) etanolu, ekstrahowane w czasie 60 oraz 30 min (odpowiednio 4,69 oraz 4,07 mg FeSO<sub>4</sub>/g surowca). Największą ogólną zawartość polifenoli, ocenianą metodą F-C, wykazano dla prób ekstrahowanych 70% (v/v) etanolem, szczególnie ze skórki owocu (od 1,90 do 3,31 mg GA/g surowca). Potwierdzają to badania Soquetta i wsp., gdzie wykazali oni największą zdolność przeciwutleniającą w przypadku ekstraktów ze skórek różnych odmian kiwi przygotowanych w 80% etanolu. Stwierdzili również, że ta część surowca charakteryzuje się największą zawartością wit. C, polifenoli i flawonoidów, natomiast w miąższu stężenie tych składników było niższe [24].

Duttaroy i Jorgensen podają, że spożycie owoców kiwi podnosi poziom antyoksydantów w osoczu ludzkim. Badali oni wpływ tych owoców na zdolność redukcji jonów żelaza, ocenianą metodą FRAP oraz zawartość wit. C we krwi. Autorzy wykazali znaczący wzrost stężenia antyoksydantów w osoczu po spożyciu przez wolontariuszy od 2 do 3 owoców kiwi dziennie przez okres 28 dni [28]. Potwierdza to fakt, że owoce aktinidii są bogatym źródłem przeciwutleniaczy odpowiedzialnych za ich właściwości prozdrowotne. Do głównych substancji występujących w dużych ilościach w kiwi, zaliczamy polifenole oraz wit. C. Krupa i Latocha wykazali w owocach aktinidii wysoką zawartość kwasu askorbinowego, odnotowali również dodatnią korelację pomiędzy zawartością tego składnika a zdolnością do neutralizacji wolnych rodników [21].

Należy wspomnieć, że istotnym czynnikiem, który może wpływać na badaną aktywność surowców, jest rodzaj użytego rozpuszczalnika. W przypadku każdej z badanych metod, najwyższymi wartościami charakteryzowały się ekstrakty w 70% (v/v) etanolu. Analizując próby sporządzone w 96% (v/v) alkoholu etylowym nie stwierdzono podobnej zależności, natomiast metanol z uwagi na jego negatywne działanie na organizm ludzki, wydaje się być rozpuszczalnikiem nieprzydatnym w ekstrakcji substancji stosowanych w celach spożywczych. Wyniki uzyskane w grupie wyciągów metanolowych w żadnej z przeprowadzonych analiz nie osiągały ani wartości najwyższej, ani najniższej. Również czas ekstrakcji z wykorzystaniem ultradźwięków może mieć znaczenie, gdyż większość ekstraktów osiągających najwyższe wartości, została pozyskana podczas ekstrakcji trwającej 30 lub 60 min. Należy dodać, że w każdej z badanych metod wyniki analizy prób uzyskanych ze skórki aktinidii chińskiej wykazywały najwyższe wartości, niższe natomiast wyciągi sporządzone osobno z miąższu i nasion. Su-

geruje to pozytywny aspekt spożycia tego owocu oraz wykorzystania jego skórki.

### Wnioski

1. Każda z badanych części aktinidii wykazywała zdolności przeciwutleniające, analizowane przy użyciu zastosowanych metod.
2. Najbardziej wartościowe pod względem badanych właściwości okazały się być ekstrakty ze skórki, sporządzone przy użyciu 70% (v/v) etanolu.
3. Alkoholowe ekstrakty z owoców aktinidii chińskiej mogą stanowić cenne źródło substancji odżywczych o wysokiej wartości przeciwrodnikowej, przydatnych w eliminowaniu negatywnych skutków stresu oksydacyjnego.

*Źródło finansowania: Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.*

*Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów*

### Piśmiennictwo / References

1. Śliż D, Zgliczyński WS, Szeligowska J i wsp. Modyfikacja zwyczajów żywieniowych w prewencji chorób cywilizacyjnych. *Post N Med* 2016, 5: 344-349.
2. WHO. The top 10 causes of death. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/> (23.02.2018).
3. Magrone T, Perez de Heredia E, Jirillo E, et al. Functional foods and nutraceuticals as therapeutic tools for the treatment of diet-related diseases. *Can J Physiol Pharmacol* 2013, 91(6): 387-396.
4. Gorinstein S, Caspi A, Libman I, et al. Preventive effects of diets supplemented with sweetie fruits in hypercholesterolemic patients suffering from coronary artery disease. *Prev Med* 2004, 38(6): 841-847.
5. Khan RA, Elhassan GO, Qureshi KA. Nutraceuticals: In the treatment & prevention of diseases – an overview. *TPI* 2014, 3(10): 47-50.
6. Saluk-Juszczak J. Antocyjany jako składnik żywności funkcjonalnej stosowanej w profilaktyce chorób układu krążenia. *Postepy Hig Med Dosw* 2010, 64: 451-458.
7. Groele B, Gutkowska K. Wpływ kampanii „5 porcji warzyw, owoców lub soku” na świadomość konsumenta. *Przem Spoż* 2016, 70(10): 50-53.
8. Całyniuk B, Grochowska-Niedworok E, Białek A i wsp. Piramida żywienia – wczoraj i dziś. *Probl Hig Epidemiol* 2011, 92(1): 20-24.
9. Płocharski W, Markowski J, Groele B i wsp. Owoce, warzywa i soki w zaleceniach żywieniowych – kontrowersje dotyczące spożycia. *Przem Ferm Owoc-Warż* 2016, 60(7-8): 16-21.
10. Shahidi F, Ambigaipalan P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effect – a review. *J Funct Foods* 2015, 18(B): 820-897.
11. Muzykiewicz A, Zielonka-Brzezicka J, Klimowicz A, Florkowska K. Jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) jako źródło składników o potencjalnym działaniu antyoksydacyjnym – porównanie właściwości przeciwutleniających ekstraktów z liści, kwiatów i owoców. *Probl Hig Epidemiol* 2017, 98(2): 125-132.
12. Zielonka-Brzezicka J, Nowak A, Zielińska M i wsp. Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych części maliny właściwej (*Rubus idaeus*) i jeżyny europejskiej (*Rubus fruticosus*). *Pomeranian J Life Sci* 2016, 62(4): 52-59.
13. Varzakas T, Zakynthinos G, Verpoort F. Plant food residues as a source of nutraceuticals and functional foods. *Foods* 2016, 5(4): E88.
14. Zhang H, Tsao R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Curr Opin Food Sci* 2016, 8: 33-42.
15. Sarrafchi A, Bahmani M, Shirzad H, Rafieian-Kopaei M. Oxidative stress and Parkinson's disease: new hopes in treatment with herbal antioxidants. *Curr Pharm Des* 2016, 22(2): 238-246.
16. Yamagata K, Tagami M, Yamori Y. Dietary polyphenols regulate endothelial function and prevent cardiovascular disease. *Nutrition* 2015, 31(1): 28-37.
17. Nowak A, Zielonka J, Turek M, Klimowicz A. Wpływ przeciwutleniaczy zawartych w owocach na proces fotostarzenia się skóry. *Post Fitoter* 2014, 15(2): 94-99.
18. Pandey KB, Rizvi SI. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev* 2009, 2(5): 270-278.
19. Strojewska I. Owoce – Ceny detaliczne i spożycie. *Rynek owoców i warzyw – stan i perspektywy* 2016, 48: 27-30.
20. Drummond L. The composition and nutritional value of kiwifruit. *Adv Food Nutr Res* 2013, 68: 33-57.

21. Krupa T, Latocha P. Aktywność przeciwutleniająca oraz zawartość witaminy C i związków fenolowych w owocach różnych genotypów aktinidii (*Actinidia Lindl.*). Żywn Nauka Technol Jakość 2007, 5(54): 239-246.
22. Nowak A, Zielonka-Brzezicka J, Pechaiko D i wsp. Ocena właściwości antyoksydacyjnych liści *Ginkgo biloba L.* po zakończeniu wegetacji. Pomeranian J Life Sci 2017, 63(1): 24-30.
23. Bursal E, Gülçin İ. Polyphenol contents and in vitro antioxidant activities of lyophilized aqueous extract of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Food Res Int 2011, 44(5): 1482-1489.
24. Soquetta MB, Stefanello FS, da Monta Huerta K, et al. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). Food Chem 2016, 199: 471-478.
25. Schieber A, Stintzing E, Carle R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. Trends Food Sci Technol 2001, 12(11): 401-413.
26. Deng J, Liu Q, Zhang C, et al. Extraction optimization of polyphenols from waste kiwi fruit seeds (*Actinidia chinensis Planch.*) and evaluation of its antioxidant and anti-inflammatory properties. Molecules 2016, 21(7): 832.
27. Duda-Chodak A, Tarko T. Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. Acta Sci Pol Technol Aliment 2007, 6(3): 29-36.
28. Duttaroy AK, Jørgensen A. Effect of kiwi fruit consumption on platelet aggregation and plasma lipids in healthy human volunteers. Platelets 2004, 15(5): 287-292.